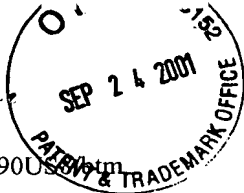


Docket No. 211590US/1m



RECEIVED

SEP 26 2001

#4  
Priority doc  
8-30-01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yuriko NOBUHARA, et al.

GAU:

2859 TC 2800 MAIL ROOM

SERIAL NO: 09/916,584

EXAMINER:

FILED: July 30, 2001

FOR: METHOD OF AND APPARATUS FOR THERMAL ANALYSIS, METHOD OF AND APPARATUS FOR CALCULATING THERMAL CONDITIONS, COMPUTER PRODUCT

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

JAPAN

2001-027093

February 2, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

RECEIVED

NOV 14 2001

TECHNOLOGY CENTER R3700

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

*Joseph A. Scafetta Jr.*  
Bradley D. Lytle  
Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PREA-01014-05  
09/916,584 #4

RECEIVED

SEP 26 2001

JC 2800 MAIL ROOM

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-027093

出 願 人

Applicant(s):

古河電気工業株式会社

REC'D

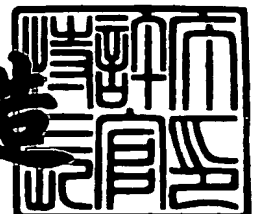
NOV 14 2001

TECHNOLOGY CENTER R3700

2001年 8月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3071590

【書類名】 特許願

【整理番号】 A00309

【提出日】 平成13年 2月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 9/455  
G06N 7/06  
B23K 3/04

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 延原 由利子

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 木村 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 中村 芳雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 磯貝 悟

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プールの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱解析装置、加熱条件演算装置、熱解析方法、加熱条件演算方法およびそれらの方法をコンピュータに実行させるためのプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析装置において、

少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力手段と、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算手段と、

前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、

を備えたことを特徴とする熱解析装置。

【請求項 2】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、

前記所望の条件を示した加熱特性データ、被加熱特性データおよび評価関数を入力する入力手段と、

前記加熱特性データおよび前記被加熱特性データに基づいて前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、

前記温度演算手段によって演算された温度に対し、前記評価関数が所定の条件を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、

を備え、

前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする加熱条件演算装置。

【請求項 3】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、

少なくとも、前記複数の構成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、

前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、

を備え、

前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする加熱条件演算装置。

【請求項 4】 前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定手段を備えたことを特徴とする請求項 3 に記載の加熱条件演算装置。

【請求項 5】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、

少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加

熱物の温度を演算する温度演算手段と、

前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、

を備え、

前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする加熱条件演算装置。

【請求項 6】 前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の  $n$  乗の積分値 ( $n > 0$ ) が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定手段を備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の加熱条件演算装置。

【請求項 7】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析方法において、

少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステップと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、

前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、

を含んだことを特徴とする熱解析方法。

【請求項 8】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、

少なくとも、前記所望の条件を示した評価関数、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステッ

プと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、

前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、

前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、

を含み、

前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする加熱条件演算方法。

【請求項 9】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、

少なくとも、前記複数の構成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、

前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、

を含み、

前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条



件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする加熱条件演算方法。

【請求項 1 0】 前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定ステップを含んだことを特徴とする請求項 9 に記載の加熱条件演算方法。

【請求項 1 1】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、

少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、

前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、

を含み、

前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする加熱条件演算方法。

【請求項 1 2】 前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の  $n$  乗の積分値 ( $n > 0$ ) が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定ステップを含んだことを特徴とする請求項 1 1 に記載の加熱条件演算方法。

【請求項 1 3】 前記請求項 7 ～ 1 2 のいずれか一つに記載された方法をコ

ンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表面実装回路基板のリフロー半田付け時等の加熱制御によって到達する被加熱物の温度を事前に解析する熱解析装置と、被加熱物が目標温度に達するための加熱装置の加熱条件を演算する加熱条件演算装置と、それらを実現する方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年の軽薄短小および低消費電力化を実現する電子デバイスの要求にともない、電子デバイスの主要を担う I C チップの小型化が進んでいる。現状において実際に流通している I C チップ（ベアチップ）のサイズは、そのような要求を十分に満たすものであり、電子デバイスのサイズは、この I C チップのサイズよりもむしろ I C チップを包むパッケージのサイズによって決まる。

【 0 0 0 3 】

その一方で、半導体メーカー側にとっては、ベアチップやフリップチップの形態で半導体デバイスを供給するよりも、チップのリードを引き出してモールド封止したパッケージ形態によって供給する方が、テスト工程におけるハンドリングが容易となり、コストの低下を図れるという点で好まれている。

【 0 0 0 4 】

このような背景から、I C チップは、特にその高さ方向の実装密度を高めた表面実装型パッケージが主流となりつつあり、S O P（Small Outline Package）、Q F P（Quad Flat Package）および B G A（Ball Grid Array）等の種々の形態で提供されている。

【 0 0 0 5 】

このような I C チップを含めた表面実装型の種々の電子部品の登場により、電子回路基板の小型化および高集積化が図られ、同一の回路基板上に配置される部品点数も増加する傾向にある。通常、それら電子部品のプリント配線基板上への

実装、すなわちプリント配線基板上の所定の電極パッド部と電子部品との電氣的な接続は、いわゆるリフロー半田付け処理によって実現されている。

## 【 0 0 0 6 】

リフロー半田付け処理は、所定の配線パターンが形成されたプリント配線基板上において、電子部品との電氣的接続を果たす電極パッド部にクリーム半田を印刷する半田印刷工程と、印刷された半田上に電極ピンまたはバンプが位置するように電子部品をマウントするマウント工程と、印刷された半田を溶融および固着させて電子部品とプリント配線との電氣的接続を果たすリフロー工程との一連の流れによって達成される。

## 【 0 0 0 7 】

半田印刷工程、マウント工程、リフロー工程は、それぞれ印刷機、マウンタ、リフロー装置によっておこなわれ、それら装置はコンベアを備えて、自装置で処理後のプリント配線基板を順に後段の装置へと送り出す。これら装置の中でも、特に、リフロー装置は、半田を溶融させるために、プリント配線基板と電子部品を加熱させる必要があり、その加熱の制御を主機能としている。

## 【 0 0 0 8 】

図 1 1 は、従来のリフロー装置の構成と温度プロファイルを説明するための説明図である。図 1 1 ( a ) において、リフロー装置は、表面実装回路基板 7 0 0 をコンベア 7 0 1 によって予備加熱室、本加熱室、冷却室へと順次搬送することで、表面実装回路基板 7 0 0 に対するリフロー半田付けをおこなう。ここで、表面実装回路基板 7 0 0 とは、印刷機によって半田印刷された後に、マウンタによって種々の電子部品が載置された状態のプリント配線基板のことを指すものとする。

## 【 0 0 0 9 】

図 1 1 ( a ) に示すように、まず、リフロー装置は、予備加熱室に搬送された表面実装回路基板 7 0 0 に対し、ヒータ 7 0 3 および熱風ブロー 7 0 2 の併用による加熱後、熱風ブロー 7 0 2 のみによる均熱処理を施す。この予備加熱期間では、表面実装回路基板 7 0 0 の基板部については同図 ( b ) の実線 8 0 1 に示すように、また表面実装回路基板 7 0 0 上の部品については同図 ( b ) の点線 8 0

2に示すように、均熱温度に達する。

【 0 0 1 0 】

つぎに、リフロー装置は、本加熱室に搬送された表面実装回路基板 7 0 0 に対し、ヒータ 7 0 3 および熱風ブローア 7 0 2 の併用による高加熱後、熱風ブローア 7 0 2 のみによる均熱処理を施す。この本加熱期間では、表面実装回路基板 7 0 0 の基板部および部品についてそれぞれ、同図 ( b ) の実線 8 0 1 および点線 8 0 2 に示すように、リフロー温度に達する。これにより、表面実装回路基板 7 0 0 に印刷された半田が溶融し、部品とプリント配線とが接合する。そして、表面実装回路基板 7 0 0 が冷却室で冷却されることにより、溶融した半田が固着し、部品とプリント配線との電氣的接続が達せられる。

【 0 0 1 1 】

このように、リフロー装置では、図 1 1 ( b ) に示したような温度プロファイルに従った温度制御、すなわち温度制御を正確におこなうために、コンベア 7 0 1 の速度、ヒータ 7 0 3 の加熱温度、熱風ブローアの熱風温度等の加熱条件を正確に決定する必要がある。なお、加熱条件としては他にも、リフロー装置固有の加熱特性データや、基板の種別、サイズおよびその物性値、基板に載置された部品の種別、サイズおよびその物性値等の表面実装回路基板 7 0 0 に関するデータなどがある。

【 0 0 1 2 】

ところが、このような加熱条件の設定作業が煩雑で時間がかかるという理由から、リフロー装置による実際の温度制御は、多くの場合、作業者が経験や勘を頼りに、まず、被加熱物が所望の温度になるとと思われる加熱条件をリフロー装置に設定し、その設定により得られた結果から再度その加熱条件を調整するといった作業を繰り返していた（以下、これを第一の方法と称する。）。

【 0 0 1 3 】

また、他の方法として、リフロー装置の加熱特性データと被加熱物のサイズや物性データをリフロー装置や他の別の装置に入力し、被加熱物が所望の温度となる加熱条件を計算させて、そのリフロー装置に設定することもおこなわれていた（以下、これを第二の方法と称する。）。

## 【 0 0 1 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記第一の方法では、加熱条件の設定に熟練を必要とするため、熟練した技術を取得した特定の作業員でしか実現することができなかった。また、上記第二の方法では、あらかじめ入力したリフロー装置の加熱特性データと被加熱物の特性データから最適な設定値を計算するため、作業員に熟練を必要としないが、より正確な計算をおこなおうとすると、被加熱物等の多くのデータを必要とし、その入力作業が煩雑となるばかりでなく、その計算に多くの時間を要するため、実際のリフロー半田付け工程に迅速に移行することができず、実作業に組み入れるには現実的ではなかった。

## 【 0 0 1 5 】

また、現行の共晶半田は鉛を約 3 7 % 以上含む合金であり、その鉛の存在が電子機器の廃棄・リサイクルの大きな障害となっていることから、今後、鉛フリー半田を使用しようとする背景がある。ところが、鉛フリー半田は、共晶半田よりも熔融温度が高いため、リフロー装置においても表面実装回路基板を加熱する温度を高くする必要があり、部品の耐熱温度を越えないようにより正確に温度制御をおこなわなければならないという課題が生じている。

## 【 0 0 1 6 】

本発明は上記に鑑みてなされたものであって、リフロー装置等の加熱装置に与える加熱条件を決定するにあたって、被加熱物の形態係数を簡易的に導入することで、最適な加熱条件を正確にかつ迅速に導き出すことができる熱解析装置、加熱条件演算装置、それらを実現する方法およびその方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 7 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 にかかる熱解析装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析装置において、少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力手段と、少なくと

も前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算手段と、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

また、請求項 2 にかかる加熱条件演算装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、前記所望の条件を示した加熱特性データ、被加熱特性データおよび評価関数を入力する入力手段と、前記加熱特性データおよび前記被加熱特性データに基づいて前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、前記温度演算手段によって演算された温度に対し、前記評価関数が所定の条件を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、を備え、前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

また、請求項 3 にかかる加熱条件演算装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、少なくとも、前記複数の構成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、を備え、

前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

また、請求項 4 にかかる加熱条件演算装置にあっては、請求項 3 の発明において、前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定手段を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

また、請求項 5 にかかる加熱条件演算装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、を備え、前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

また、請求項 6 にかかる加熱条件演算装置にあっては、請求項 5 の発明において、前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の  $n$  乗の積分値 ( $n > 0$ ) が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定手段を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

また、請求項 7 にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析方法において、少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、を含んだことを特徴とする。

## 【 0 0 2 4 】

また、請求項 8 にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、少なくとも、前記所望の条件を示した評価関数、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、を含み、前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする。

## 【 0 0 2 5 】

また、請求項 9 にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基



づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、少なくとも、前記複数の構成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、を含み、前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする。

## 【 0 0 2 6 】

また、請求項 1 0 にかかる熱解析方法にあつては、請求項 9 の発明において、前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定ステップを含んだことを特徴とする。

## 【 0 0 2 7 】

また、請求項 1 1 にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定

した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、を含み、前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする。

## 【 0 0 2 8 】

また、請求項 1 2 にかかる熱解析方法にあっては、請求項 1 1 の発明において、前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の  $n$  乗の積分値 ( $n > 0$ ) が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第 2 の判定ステップを含んだことを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

また、請求項 1 3 にかかるプログラムにあっては、請求項 7 ～ 1 2 に記載された方法をコンピュータに実行させる。

## 【 0 0 3 0 】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明にかかる熱解析装置、加熱条件演算装置およびそれらを実現する方法の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。特に、この実施の形態においては、表面実装回路基板を被加熱物とし、それを加熱する加熱装置をリフロー装置とした場合を例に挙げて説明する。

## 【 0 0 3 1 】

## (実施の形態 1)

まず、実施の形態 1 にかかる熱解析装置およびそれを実現する方法について説明する。実施の形態 1 にかかる熱解析装置とそれを実現する方法、すなわち熱解析方法は、被加熱物となる表面実装回路基板についての物性値データと、リフロー装置に与える加熱条件となるヒータおよびブローの設定温度と、表面実装回路基板の形態係数を決定するための形態係数設定データとを入力し、入力したそれらデータとヒータやブローの数、その熱伝達率およびコンベア速度等のリフロー

装置固有の加熱特性データとから形態係数を簡易的に決定するとともに、決定した形態係数を用いて、リフロー装置を通過する際の表面実装回路基板の温度を、基板とその上に載置された部品のそれぞれについて演算することを特徴としている。

## 【 0 0 3 2 】

図 1 は、実施の形態 1 にかかる熱解析装置の概略構成を示すブロック図である。図 1 において、熱解析装置 1 0 0 は、種々のデータを入力する入力部 1 1 0 と、入力部 1 1 0 によって入力された部品物性値データ 1 2 1、基板物性値データ 1 2 2、ヒータ／ブロー設定温度 1 2 3、部品形態係数設定データ 1 2 4 および基板形態係数設定データ 1 2 5 をそれぞれ記憶する記憶部と、リフロー装置加熱特性データ 1 5 0 を記憶する記憶部と、部品形態係数設定データ 1 2 4、基板形態係数設定データ 1 2 5 およびリフロー装置加熱特性データ 1 5 0 に基づいて部品／基板温度の演算に用いる形態係数を演算する形態係数演算部 1 3 0 と、部品／基板温度を演算する部品／基板温度演算部 1 4 0 と、部品／基板温度演算部 1 4 0 の演算結果である部品／基板温度 1 6 0 を記憶する記憶部と、入力された各種データや部品／基板温度演算部 1 4 0 の演算結果を表示する表示部 1 7 0 とを備えて構成される。

## 【 0 0 3 3 】

特にこの実施の形態では、部品／基板温度演算部 1 4 0 における部品または基板の温度  $T(t)$  の演算は、以下の数式 1 に示す微分方程式を 4 次のルンゲ・クッタ法を用いた数値解析によりおこなうこととする。

## 【 0 0 3 4 】

## 【数 1】

$$\frac{dT}{dt} = k_1 \cdot (Th^4 - T(t)^4) + k_2 \cdot (Tg - T(t))$$

$$k_1 = \frac{\sigma \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot F_{12} \cdot S}{C}$$

$$k_2 = \frac{\alpha \cdot S}{C}$$

## 【0035】

ここで、数式1を構成する各パラメータは、ヒータ温度 ( $T_h$ )、ブロー温度 ( $T_g$ )、ボルツマン定数 ( $\sigma$ )、ヒータの放射率 ( $\varepsilon_1$ )、被加熱物の放射率 ( $\varepsilon_2$ )、ヒータに対する被加熱物の形態係数 ( $F_{12}$ )、被加熱物の表面積 ( $S$ )、被加熱物の熱容量 ( $C$ )、ブローの熱伝達率 ( $\alpha$ ) を表している。

## 【0036】

また、4次のルンゲ・クッタ法は、常微分方程式の数値解析法として標準的なものである。この数値解析法は、具体的には、 $y' = f(x, y)$ 、 $y(x_0) = y_0$  が与えられたとき、

## 【数2】

$$y_{i+1} = y_i + \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6}$$

$$a_1 = h \cdot f(x_i, y_i)$$

$$a_2 = h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{a_1}{2}\right)$$

$$a_3 = h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{a_2}{2}\right)$$

$$a_4 = h \cdot f(x_i + h, y_i + a_3)$$

のように順に計算していくことで解を得る。ここで、 $h$  は分割幅 ( $x_{i+1} - x_i$ ) である。なお、この式は、Taylor 展開の  $h^4$  のオーダーの打ち切り誤差を持つ。

## 【0037】

ここで、数式1  $= f(t, T(t))$  として、これを上記数式2に適用することにより、時間  $t$  時の基板または部品の温度  $T(t)$  を予測することができる。よって、ヒータの放射率および設定温度とブローの熱伝達率および設定温度とを共通のパラメータとすると、表面実装回路基板上のある特定の部品の温度を演算するには、その部品の放射率、その部品の表面積、その部品の熱容量およびヒータに対するその部品の形態係数が必要となり、表面実装回路基板の基板の温度を演算するには、その基板の放射率、その基板の表面積、その基板の熱容量およびヒータに対するその基板の形態係数を上記した部品形態係数設定データが必要と

なる。

【 0 0 3 8 】

ここで、ヒータの設定温度とブローの設定温度は、上記したヒータ／ブロー設定温度 1 2 3 に対応し、ある特定の部品の放射率、その部品の表面積およびその部品の熱容量は、上記した部品物性値データ 1 2 1 を構成するデータに対応し、基板の放射率、その基板の表面積およびその基板の熱容量は、上記した基板物性値データ 1 2 2 を構成するデータに対応する。

【 0 0 3 9 】

また、ヒータの放射率およびブローの熱伝達率は、上記したリフロー装置加熱特性データ 1 5 0 を構成するデータに対応する。図 2 は、実施の形態 1 において想定しているリフロー装置の構成図であり、リフロー装置加熱特性データ 1 5 0 にはこのリフロー装置に関する種々のデータを含んでいる。

【 0 0 4 0 】

図 2 において、リフロー装置 2 0 0 は、コンベア 2 0 2 によって搬送される表面実装回路基板 2 0 1 に対し、領域 0 においてヒータ 2 0 3 のみによる加熱後、領域 1 においてヒータ 2 0 3 およびブロー 2 0 4 により加熱し、領域 2 においてブロー 2 0 4 のみによる均熱処理を施す。この領域 0 ～ 2 は、図 1 1 ( a ) に示した予備加熱期間に相当し、表面実装回路基板 2 0 1 は図 1 1 ( b ) に示したような均熱温度に達する。

【 0 0 4 1 】

つぎに、リフロー装置 2 0 0 は、本加熱室に相当する領域 3 において、表面実装回路基板 2 0 1 に対し、ヒータ 2 0 3 およびブロー 2 0 4 の併用によって高加熱することで、表面実装回路基板 2 0 1 を構成する基板および部品の温度を図 1 1 ( b ) に示したようなリフロー温度まで上昇させる。その後、リフロー装置 2 0 0 は、表面実装回路基板 2 0 1 を領域 4 に搬送して冷却する。

【 0 0 4 2 】

特に、リフロー装置加熱特性データ 1 5 0 には、図 2 に示したコンベア 2 0 2 の速度も含まれており、表面実装回路基板 2 0 1 がリフロー装置 2 0 0 に投入されてから、何秒後にどの領域に到達または脱するかが知得できる。

## 【 0 0 4 3 】

一方、ヒータに対する部品の形態係数とヒータに対する基板の形態係数は、部品および基板がヒータに対してどの位置にあるかによって異なるため、その値はリフロー装置加熱特性データ 1 5 0 に含まれるコンベア速度と、ヒータに対するそれら被加熱物の位置と形態係数との対応データに基づいて決定される。上記した部品形態係数設定データ 1 2 4 は、このヒータに対する部品の位置と形態係数との対応データに相当し、上記した基板形態係数設定データ 1 2 5 は、ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データに相当する。

## 【 0 0 4 4 】

図 3 は、ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの一例を説明するための説明図である。例えば、図 3 ( a ) に示す位置 2 1 1 または位置 2 1 2 のように、ヒータ 2 0 3 の加熱領域内に位置する基板の長さが 2 5 % 未満である場合には、形態係数を 0 と定め、同図 ( b ) に示す位置 2 1 3 または位置 2 1 4 のように、ヒータ 2 0 3 の加熱領域内に位置する基板の長さが 2 5 % 以上 7 5 % 未満である場合には、形態係数を 0 . 5 と定める。また、同図 ( c ) に示す位置 2 1 5 のように、ヒータ 2 0 3 の加熱領域内に位置する基板の長さが 7 5 % 以上である場合には、形態係数を 0 . 9 と定める。なお、部品についても同様に定めることができる。

## 【 0 0 4 5 】

図 4 は、ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの他の例を説明するための説明図である。ヒータに対する基板の位置は、コンベア 2 0 2 による搬送によって変化するため、その形態係数は、図 4 に示すように、時間関数として定めることができる。なお、図 4 中  $t_1 \sim t_5$  は、例として、図 3 中に付した  $t = t_1 \sim t_5$  の各位置に相当する。部品についても同様に定めることができる。

## 【 0 0 4 6 】

つぎに、この熱解析装置 1 0 0 の動作、すなわち熱解析方法について説明する。図 5 は、熱解析装置 1 0 0 の動作を示すフローチャートである。図 5 において、まず、利用者は入力部 1 1 0 によって、上記したような部品の物性値および基

板の物性値を入力する（ステップ S 1 0 1）。同様に、上記したヒータ／ブロー温度と部品／基板形態係数設定データを入力する（ステップ S 1 0 2, S 1 0 3）。特に、これらデータのうち、図 2 に示したような領域ごとにその値が異なるものは、領域ごとに入力する。

## 【 0 0 4 7 】

そして、熱解析装置 1 0 0 内において、部品の物性値および基板の物性値とヒータ／ブロー温度は、部品／基板温度演算部 1 4 0 に入力され、部品／基板形態係数設定データは、形態係数演算部 1 3 0 に入力される。また、部品／基板温度演算部 1 4 0 および形態係数演算部 1 3 0 は、リフロー装置加熱特性データ 1 5 0 を取得し、表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間や、表面実装回路基板が図 2 に示したような各領域に何秒後に到達または脱するかを演算しておく（ステップ S 1 0 4）。

## 【 0 0 4 8 】

そして、時間  $t$  を初期化し（ステップ S 1 0 5）、形態係数演算部 1 3 0 が、図 4 に示したような形態係数設定データに基づいて、時間  $t$  において定まる部品および基板のそれぞれについての形態係数を演算する（ステップ S 1 0 6）。つづいて、部品／基板温度演算部 1 4 0 が、形態係数演算部 1 3 0 によって演算された形態係数と、部品物性値データ 1 2 1、基板物性値データ 1 2 2、ヒータ／ブロー設定温度 1 2 3 およびリフロー装置加熱特性データ 1 5 0 を用いて、時間  $t$  における部品および基板の温度を数式 1 から導出する（ステップ S 1 0 7）。

## 【 0 0 4 9 】

時間  $t$  が、所定の最大値（表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間等）に達していないならば（ステップ S 1 0 8 否定）、時間  $t$  に 1 秒加算し（ステップ S 1 1 0）、再度ステップ S 1 0 6 ～ S 1 0 8 の処理を繰り返す。時間  $t$  が、所定の最大値に達した場合には（ステップ S 1 0 8 肯定）、表示部 1 7 0 が、部品および基板のそれぞれの温度を、所定時間時の値や全体を表したグラフとして表示する（ステップ S 1 0 9）。

## 【 0 0 5 0 】

図 6 は、熱解析結果の表示例を示す図である。図 6 に示すように、解析結果ウ

インドウ 3 0 2 に、基板および部品の所定時間後の温度が表示される。なお、図 6 に示す例では、4 1 秒後、1 3 0 秒後、1 7 1 秒後が順に図 2 に示した領域 1、領域 2、領域 3 を脱する位置に相当するため、例えば、予備加熱完了直後の部品の温度は 1 2 5. 4℃であり、本加熱直後の部品の温度は 1 7 6. 1℃になると予測されている。また、グラフ・ウインドウ 3 0 3 に示すように、図 2 に示した領域 0 ~ 4 に亘る部品および基板の温度プロファイルを表示することもできる。

#### 【 0 0 5 1 】

なお、図 6 では、設定値入力ウインドウ 3 0 1 内に、入力部 1 1 0 によって入力されたデータも示している。特に、上記ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3 での各データの inputs は、この設定値入力ウインドウ 3 0 1 の該当する箇所に直接数値を入力することで実現することもできる。また、熱解析装置 1 0 0 は、図 6 の解析結果ウインドウ 3 0 2 に示すように、基板と部品との間の温度を演算して表示することもできる。これにより、基板と部品との温度差は小さいほうが好ましいため、利用者は、ヒータ温度とブロー温度を決定する際に、表示された温度差を参考にすることができる。

#### 【 0 0 5 2 】

以上に説明したとおり、実施の形態 1 にかかる熱解析装置および熱解析方法によれば、ヒータに対する部品および基板の形態係数を、表面実装回路基板の搬送速度に基づいて、あらかじめ与えたいいくつかの選択値からまたはあらかじめ与えた時間関数のグラフから決定し、その形態係数を用いた伝熱式によって部品および基板の温度を演算するので、煩雑な形態係数の入力作業を省くことができるとともに、所定時間後の部品および基板の温度をより正確にかつ迅速に知得することができる。

#### 【 0 0 5 3 】

これにより、例えば、ヒータやブローの設定温度を変更した場合にも、従来と比べて、部品および基板の温度を速く正確に求めることができ、部品や基板の耐熱温度や目標温度を考慮した最適な設定温度を決定するにも多くの時間を要せず、リフロー装置等の実際の加熱装置の稼動に迅速に移行することができる。



## 【 0 0 5 4 】

なお、以上に説明した実施の形態 1 にかかる熱解析装置は、コンピュータ・システムに代替することができ、その場合、上記した部品／基板温度演算部 1 4 0 および形態係数演算部 1 3 0 は、CPU 上のロジックにより実現され、上記した熱解析方法は、コンピュータ・プログラムによって実現される。

## 【 0 0 5 5 】

## (実施の形態 2)

つぎに、実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置およびそれを実現する方法について説明する。実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置およびそれを実現する方法、すなわち加熱条件演算方法は、被加熱物となる表面実装回路基板についての物性値データと、表面実装回路基板の形態係数を決定するための形態係数設定データと、表面実装回路基板の目標温度と、評価関数を設定するためのデータとを入力し、入力した物性値データおよび形態係数設定データとヒータやブローの数、その熱伝達率およびコンベア速度等のリフロー装置固有の加熱特性データとから形態係数を簡易的に決定するとともに、決定した形態係数を用いて、表面実装回路基板の温度が目標温度になりかつ評価関数を満たすように、ヒータおよびブローの設定温度を演算することを特徴としている。

## 【 0 0 5 6 】

図 7 は、実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置の概略構成を示すブロック図である。図 7 において、加熱条件演算装置 4 0 0 は、入力部 4 1 0 と、入力部 4 1 0 によって入力された部品物性値データ 4 2 1、基板物性値データ 4 2 2、部品形態係数設定データ 4 2 4、基板形態係数設定データ 4 2 5、目標温度 4 2 6 および評価関数設定データ 4 2 7 をそれぞれ記憶する記憶部と、後述する判定部 4 8 0 によって必要に応じて変更されるヒータ／ブロー設定温度 4 2 3 を記憶する記憶部と、リフロー装置加熱特性データ 4 5 0 を記憶する記憶部と、形態係数演算部 4 3 0 と、部品／基板温度演算部 4 4 0 と、部品／基板温度 4 6 0 を記憶する記憶部と、部品／基板温度演算部 4 4 0 によって演算された結果が目標温度 4 2 6 および評価関数を満たすか否かの判定をおこなう判定部 4 8 0 と、入力された各種データや部品／基板温度演算部 4 4 0 の演算結果を表示する表示部 4 7

0とを備えて構成される。

【0057】

なお、図中、入力部410、部品物性値データ421、基板物性値データ422、部品形態係数設定データ424、基板形態係数設定データ425、リフロー装置加熱特性データ450、形態係数演算部430、部品／基板温度演算部440、部品／基板温度460および表示部470は、順に、図1に示した入力部110、部品物性値データ121、基板物性値データ122、部品形態係数設定データ124、基板形態係数設定データ125、リフロー装置加熱特性データ150、形態係数演算部130、部品／基板温度演算部140、部品／基板温度160および表示部170と同機能または同内容であるため、ここではそれらの説明を省略する。

【0058】

よって、実施の形態2においても、部品／基板温度演算部440における部品／基板温度の演算に実施の形態1において説明した数式1および数式2を用い、形態係数の演算もまた同様である。また、リフロー装置の構成も図2に示したとおりとする。

【0059】

目標温度426とは、リフロー温度として部品および基板に与える最高温度を示し、図2では、表面実装回路基板が領域3を脱する位置に到達した時点での温度を表している。また、評価関数設定データ427とは、判定部480において、部品／基板温度演算部440による演算結果を採用するか否かの判定に用いる評価関数を定義づけるためのデータであり、例えば、基板と部品との許容温度差である。この場合、評価関数は、演算結果から導き出される基板と部品との温度差が上記した許容温度差未満である場合に真の値を返すような式である。

【0060】

つぎに、この加熱条件演算装置400の動作、すなわち加熱条件演算方法について説明する。図8は、加熱条件演算装置400の動作を示すフローチャートである。図8において、まず、利用者は入力部410によって、上記したような部品の物性値および基板の物性値を入力する（ステップS201）。同様に、上記

した部品／基板形態係数設定データと目標温度と評価関数設定データを入力する（ステップ S 2 0 2, S 2 0 3）。特に、これらデータのうち、図 2 に示したような領域ごとにその値が異なるものは、領域ごとに入力する。

#### 【 0 0 6 1 】

そして、加熱条件演算装置 4 0 0 内において、部品の物性値および基板の物性値は、部品／基板温度演算部 4 4 0 に入力され、部品／基板形態係数設定データは、形態係数演算部 4 3 0 に入力される。また、部品／基板温度演算部 4 4 0 および形態係数演算部 4 3 0 は、リフロー装置加熱特性データ 4 5 0 を取得し、表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間や、表面実装回路基板が図 2 に示したような各領域に何秒後に到達または脱するかを演算しておく（ステップ S 2 0 4）。

#### 【 0 0 6 2 】

つづいて、判定部 4 8 0 が、ヒータおよびブローの設定温度を所定の初期値に設定する（ステップ S 2 0 5）。そして、時間  $t$  を初期化し（ステップ S 2 0 6）、形態係数演算部 4 3 0 が、図 4 に示したような形態係数設定データに基づいて、時間  $t$  において定まる部品および基板のそれぞれについての形態係数を演算する（ステップ S 2 0 7）。つづいて、部品／基板温度演算部 4 4 0 が、形態係数演算部 1 3 0 によって演算された形態係数と、判定部 4 8 0 によって設定されたヒータ／ブロー設定温度 4 2 3 と、部品物性値データ 4 2 1、基板物性値データ 4 2 2 およびリフロー装置加熱特性データ 4 5 0 とを用いて、時間  $t$  における部品および基板の温度を数式 1 から導出する（ステップ S 2 0 8）。

#### 【 0 0 6 3 】

時間  $t$  が、所定の最大値（表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間等）に達していないならば（ステップ S 2 0 9 否定）、時間  $t$  に 1 秒加算し（ステップ S 2 1 3）、再度ステップ S 2 0 7 ～ S 2 0 9 の処理を繰り返す。時間  $t$  が、所定の最大値に達した場合には（ステップ S 2 0 9 肯定）、判定部 4 8 0 が、部品／基板温度演算部 4 4 0 が  $t = 0 \sim \text{MAX}$  に亘って演算した部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  を採用するか否かの判定をおこなう。

## 【 0 0 6 4 】

この判定は、部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  が、評価関数を満たすか否かによっておこなわれる（ステップ S 2 1 0）。例えば、評価関数として、基板と部品との温度差が許容値以下であるか否かを判定する関数を用いた場合には、判定部 4 8 0 は、部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  において、同時刻でのそれら温度の差の最大値を算出し、算出した値が上記した許容値以下である場合に評価関数を満たすものと判定する。

## 【 0 0 6 5 】

評価関数としては、上記した基板と部品との温度差を評価する関数以外にも、部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  と基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  の最大値がそれぞれ所定の許容温度を超えているか否かを評価する関数を用いることもできる。

## 【 0 0 6 6 】

判定部 4 8 0 は、演算された部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  が評価関数を満たしていると判定すると、つぎに、それら部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  の最終温度（ここでは、図 2 に示した領域 3 を脱する地点での温度であり、リフロー温度を表す。）が目標温度 4 2 6 を満たしているか否かを判定する（ステップ S 2 1 1）。そして、判定部 4 8 0 は、部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  の最終温度が目標温度 4 2 6 を満たしていると判定すると、表示部 1 7 0 が、部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  のうち、所定時間時でのそれぞれの温度やプロファイル全体を表したグラフとして表示するとともに、それらプロファイルを得るために設定したヒータおよびブローの設定温度を表示する（ステップ S 2 1 2）。

## 【 0 0 6 7 】

一方、ステップ S 2 1 0 において評価関数を満たさないと判定された場合およびステップ S 2 1 1 において目標温度を満たさないと判定された場合には、判定

部 4 8 0 は、ステップ S 2 0 5 に戻り、ヒータおよびブローの設定温度を前回と異なる値に設定し、再度、ステップ S 2 0 7 ~ S 2 1 1、S 2 1 3 の処理を繰り返す。

## 【 0 0 6 8 】

よって、最終的に、評価関数と目標温度を満たした部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  が得られ、それらプロファイルを得るためのヒータおよびブローの設定温度を提示することができる。

## 【 0 0 6 9 】

上述した説明では、加熱条件演算装置 4 0 0 は、部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  が、最初に評価関数と目標温度を満たした際のそれら温度プロファイルとヒータおよびブローの設定温度とを表示するとしたが、温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  が評価関数と目標温度を同時に満たすようなヒータおよびブローの設定温度の組み合わせが、幾とおりも存在することが考えられる。

## 【 0 0 7 0 】

そこで、例えば、基板と部品との温度差が所定の許容温度以下であるか否かを判定する関数を評価関数とした場合に、その評価関数と目標温度とを満たす部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  の複数の組み合わせのうち、さらに、基板と部品との温度差が最小となるプロファイルを選別する第 2 の評価関数を導入してもよい。よって、この場合、目標温度を満たすとともに、基板と部品との温度差が最小となる部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  および基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  と、それらプロファイルを得るためのヒータおよびブローの設定温度が表示される。

## 【 0 0 7 1 】

同様に、部品の温度プロファイル  $T_b(t)$  と基板の温度プロファイル  $T_k(t)$  の最大値がそれぞれ所定の許容温度を超えているか否かを評価する関数を評価関数とした場合も、基板と部品のそれぞれにおいて所定の許容温度との温度差またはその温度差の  $n$  乗 ( $n > 0$ ) の積分値が最小となるプロファイルを選別する第 2 の評価関数を導入することができる。

## 【 0 0 7 2 】

図 9 は、ヒータ／ブロー設定温度の演算結果の表示例を示す図である。図 9 に示すように、演算結果ウインドウ 5 0 2 に、ヒータおよびブローの設定温度が表示される。なお、図 9 には、設定値入力ウインドウ 5 0 1 内に、入力部 4 1 0 によって入力されたデータも示している。特に、上記ステップ S 2 0 1 ～ S 2 0 3 での各データの inputs は、この設定値入力ウインドウ 5 0 1 の該当する箇所に直接数値を入力することで実現することもできる。

## 【 0 0 7 3 】

特に、図 9 に示す例では、4 1 秒後、1 3 0 秒後、1 7 1 秒後が順に図 2 に示した領域 1、領域 2、領域 3 を脱する位置に相当し、例えば、設定値入力ウインドウ 5 0 1 内の 1 7 1 秒後の基板温度の入力欄を、目標温度 4 2 6 の入力欄とすることができる。また、設定値入力ウインドウ 5 0 1 内の 1 7 1 秒後の基板一部品間温度差の入力欄を、評価関数設定データの入力欄とすることもできる。さらに、グラフ・ウインドウ 5 0 3 に示すように、部品および基板の温度プロファイルを表示してもよい。

## 【 0 0 7 4 】

以上に説明したとおり、実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置および加熱条件演算方法によれば、実施の形態 1 に示したように、ヒータに対する部品および基板の形態係数を簡易的に導入して、所定時間後の部品および基板の温度をより正確にかつ迅速に知得することを可能にするとともに、部品および基板の温度プロファイルが目標温度と所定の評価関数を同時に満たすために、ヒータおよびブローの設定温度を演算するので、利用者は、ヒータおよびブローの設定温度を適宜変更した結果からそれら設定温度が適切か否かを見出すといった煩雑な処理から開放され、リフロー装置に設定する加熱条件をより最適にかつ迅速に取得することができる。

## 【 0 0 7 5 】

また、実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置は、リフロー装置内の一部の構成要素として組み込んでもよい。図 1 0 は、実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置を組み込んだリフロー装置の概略構成を示すブロック図である。図 1 0 にお

いて、リフロー装置 6 0 0 は、制御部 6 1 0 に、加熱条件演算装置 4 0 0 によって演算されたヒータおよびブロー設定温度を入力し、制御部 6 1 0 は、入力されたヒータおよびブロー設定温度に基づいてヒータ 6 2 0 およびブロー 6 3 0 を制御する。

## 【 0 0 7 6 】

なお、以上に説明した実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置は、コンピュータ・システムに代替することができ、その場合、上記した部品／基板温度演算部 4 4 0、形態係数演算部 4 3 0 および判定部 4 8 0 は、CPU 上のロジックにより実現され、上記した加熱条件演算方法は、コンピュータ・プログラムによって実現される。

## 【 0 0 7 7 】

## 【発明の効果】

以上に説明したように本発明にかかる熱解析装置および熱解析方法によれば、被加熱物の形態係数を、その被加熱物と加熱源との位置との対応関係を示した形態係数設定データから決定し、その形態係数を用いた伝熱式によって被加熱物の温度を演算するので、煩雑な形態係数の入力作業を省くことができるとともに、所定時間後の被加熱物の温度をより正確にかつ迅速に知得することができるという効果を奏する。

## 【 0 0 7 8 】

また、本発明にかかる加熱条件演算装置および加熱条件演算方法によれば、加熱源に対する被加熱物の形態係数を簡易的に導入して、所定時間後の被加熱物の温度をより正確にかつ迅速に知得することを可能にするとともに、被加熱物の温度プロファイルが所定の評価関数を満たすために、加熱源の設定温度等の加熱条件を演算するので、利用者は、加熱条件を適宜変更した結果からそれら加熱条件が適切か否かを見出すといった煩雑な処理から開放され、加熱炉に設定する加熱条件をより最適にかつ迅速に取得することができるという効果を奏する。

## 【 0 0 7 9 】

また、本発明にかかるプログラムによれば、上記した熱解析方法および加熱条件演算方法をコンピュータ上で実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施の形態 1 にかかる熱解析装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】

実施の形態 1 において想定しているリフロー装置の構成図である。

【図 3】

ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの一例を説明するための説明図である。

【図 4】

ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの他の例を説明するための説明図である。

【図 5】

実施の形態 1 にかかる熱解析装置の動作を示すフローチャートである。

【図 6】

実施の形態 1 にかかる熱解析装置による熱解析結果の表示例を示す図である。

【図 7】

実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 8】

実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置の動作を示すフローチャートである。

【図 9】

実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置によるヒータ／ブロー設定温度の演算結果の表示例を示す図である。

【図 10】

実施の形態 2 にかかる加熱条件演算装置を組み込んだリフロー装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 11】

従来のリフロー装置の構成と温度プロファイルを説明するための説明図である。

【符号の説明】

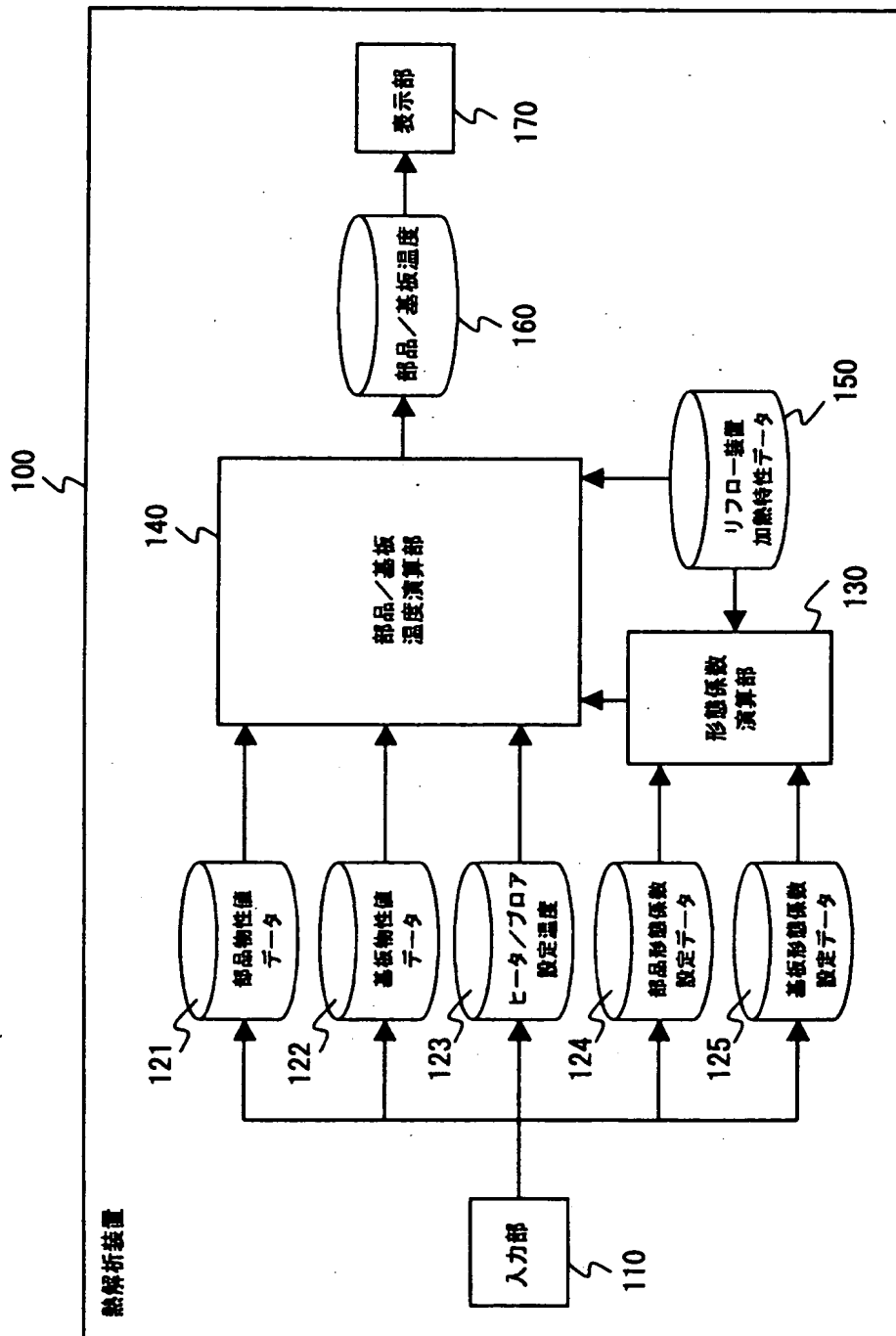


- 1 0 0 熱解析装置
- 1 1 0, 4 1 0 入力部
- 1 3 0, 4 3 0 形態係数演算部
- 1 4 0, 4 4 0 部品／基板温度演算部
- 1 7 0, 4 7 0 表示部
- 2 0 1 表面実装回路基板
- 2 0 2 コンベア
- 2 0 3 ヒータ
- 2 0 4 ブロア
- 3 0 1, 5 0 1 設定値入力ウインドウ
- 3 0 2 解析結果ウインドウ
- 3 0 3, 5 0 3 グラフ・ウインドウ
- 4 0 0 加熱条件演算装置
- 4 8 0 判定部
- 5 0 2 演算結果ウインドウ
- 6 0 0 リフロー装置
- 6 1 0 制御部
- 6 2 0 ヒータ
- 6 3 0 ブロア

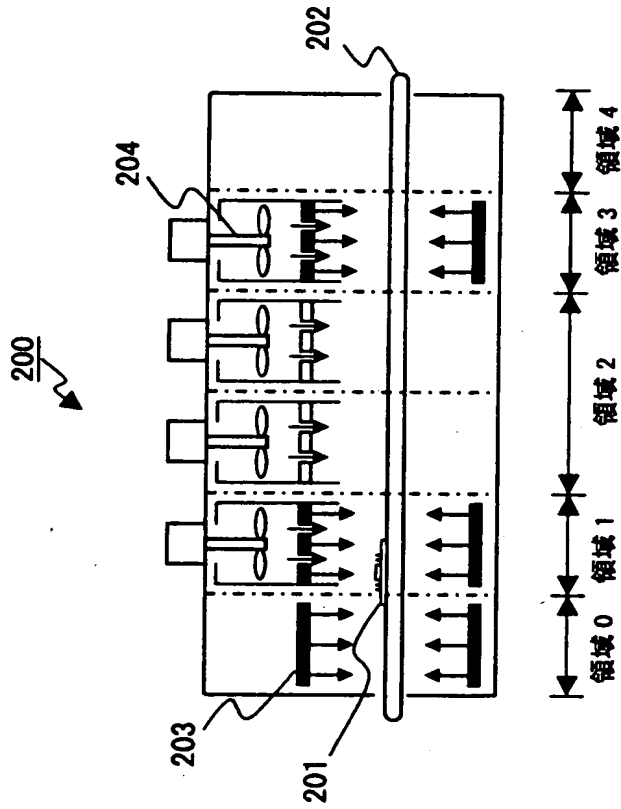
【書類名】

図面

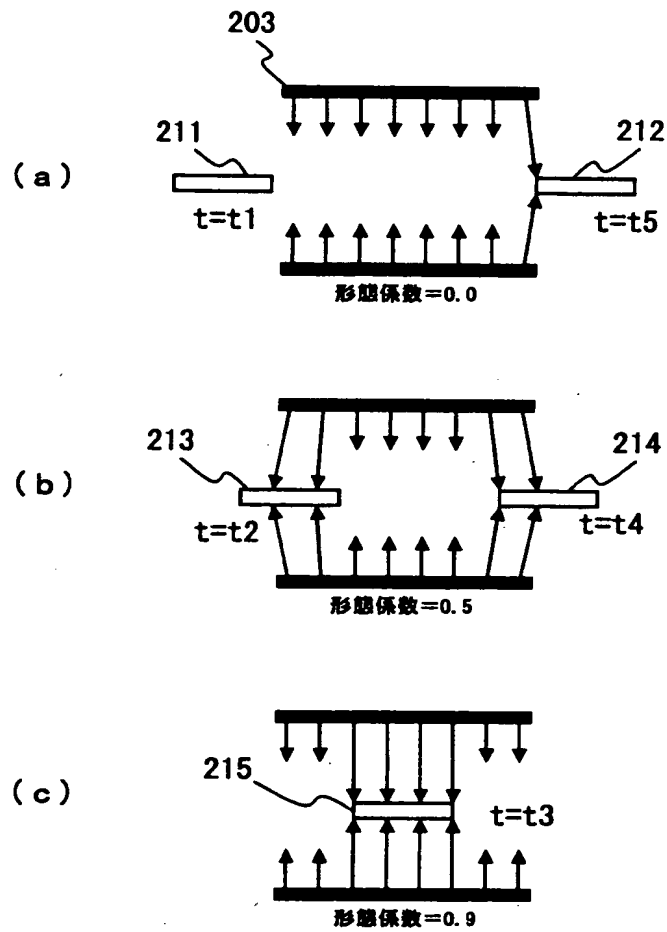
【図 1】



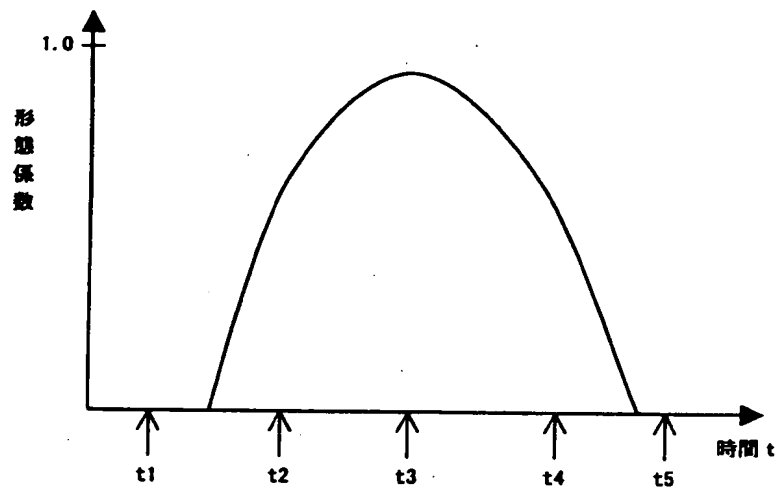
【図 2】



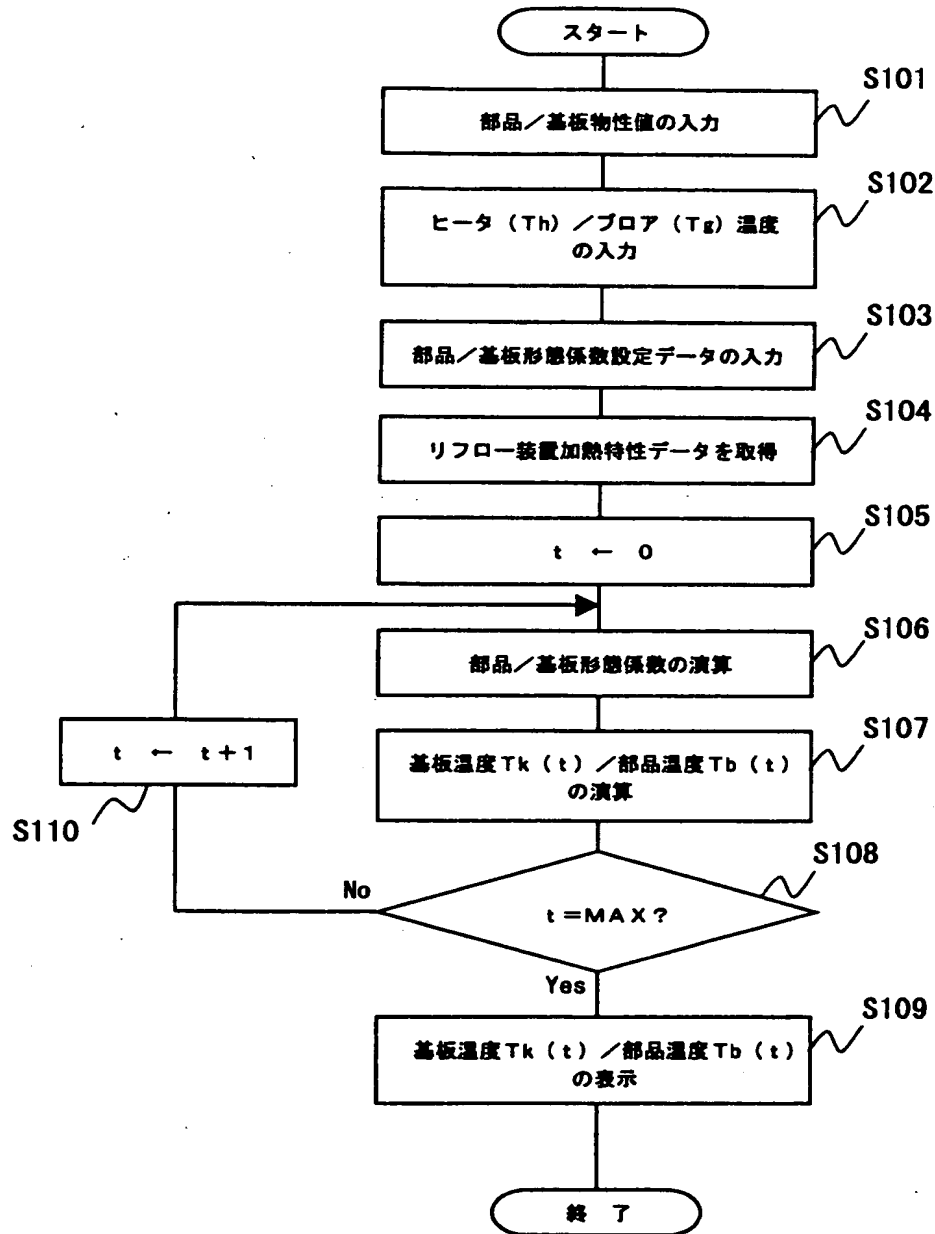
【図 3】



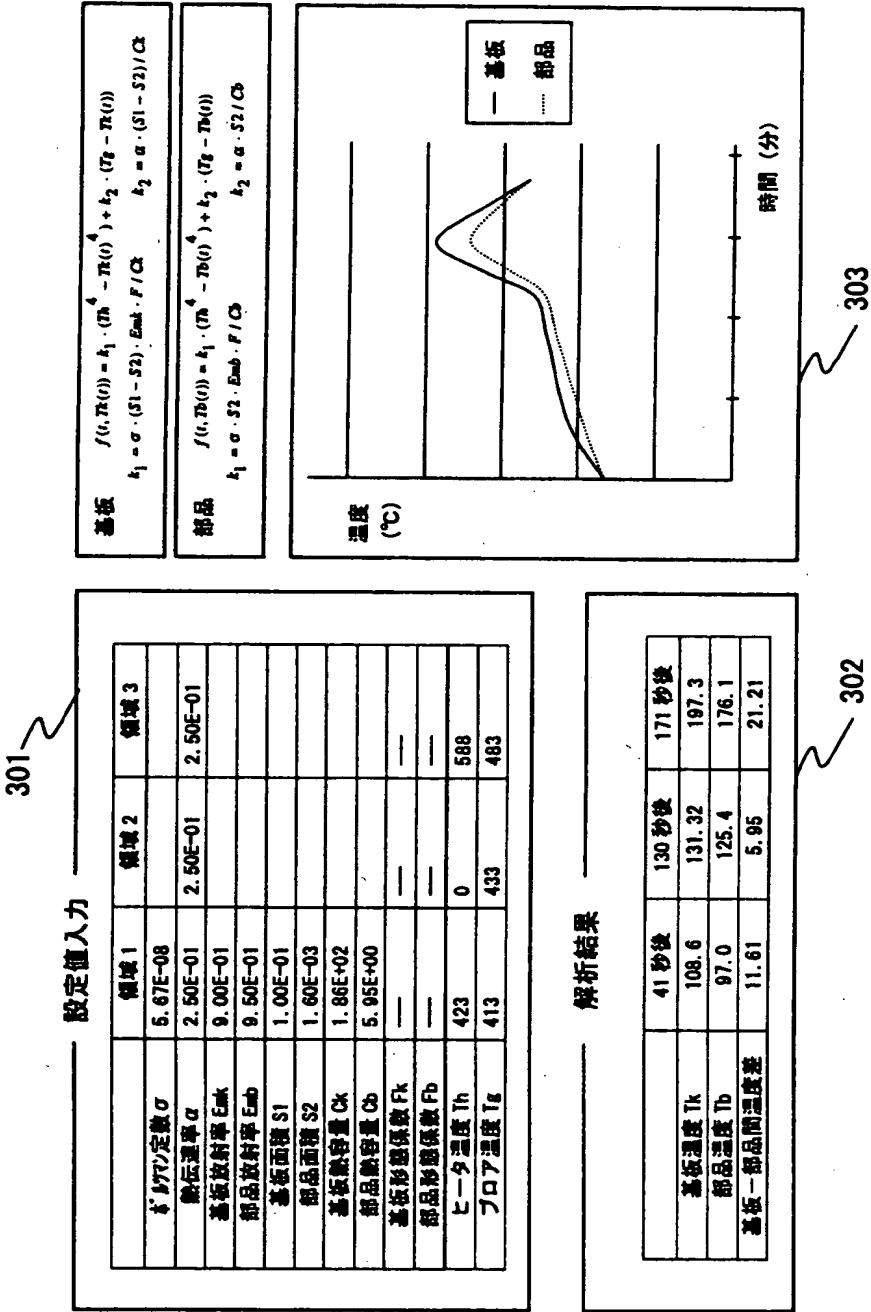
【図4】



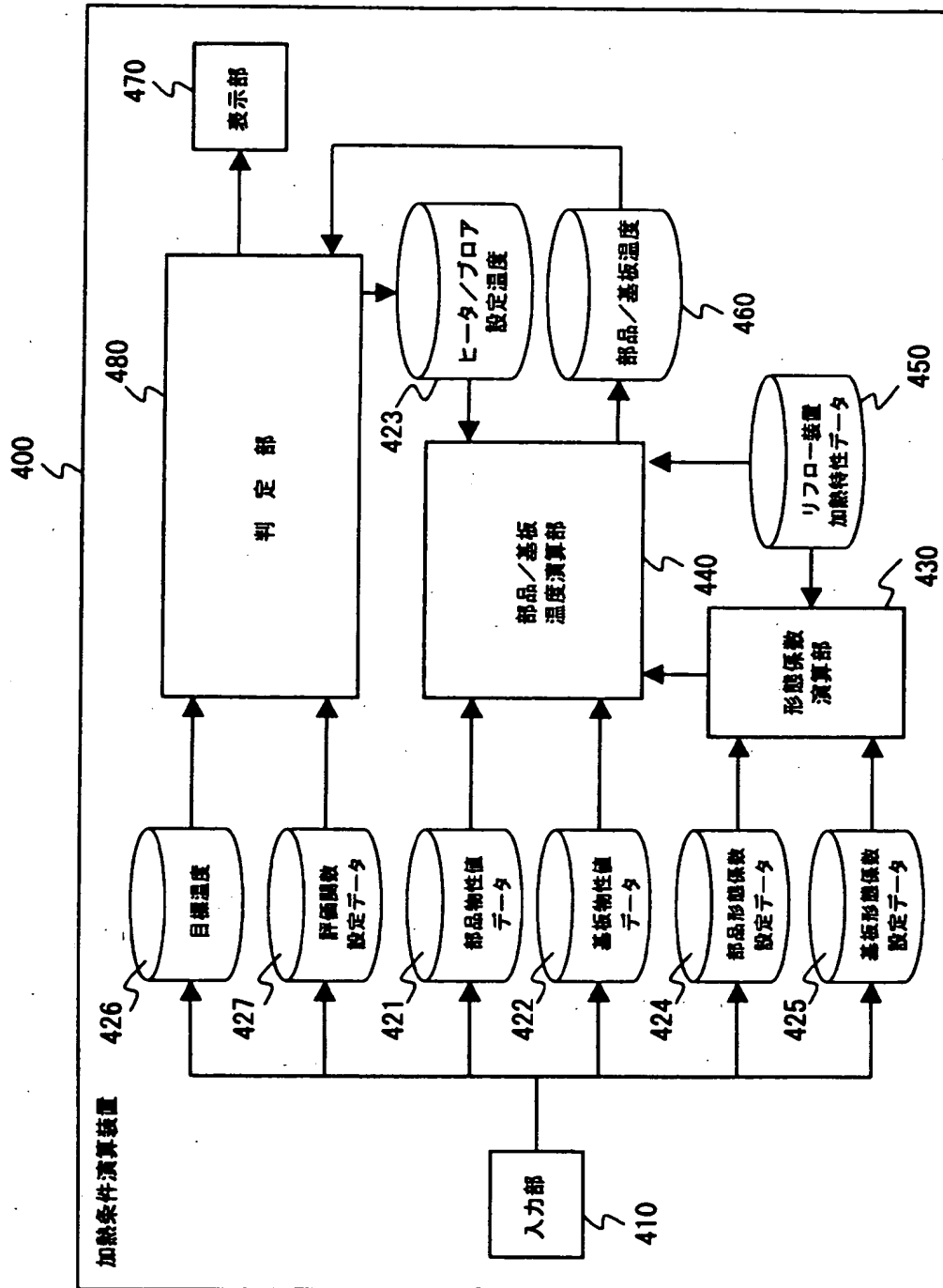
【図 5】



【図6】

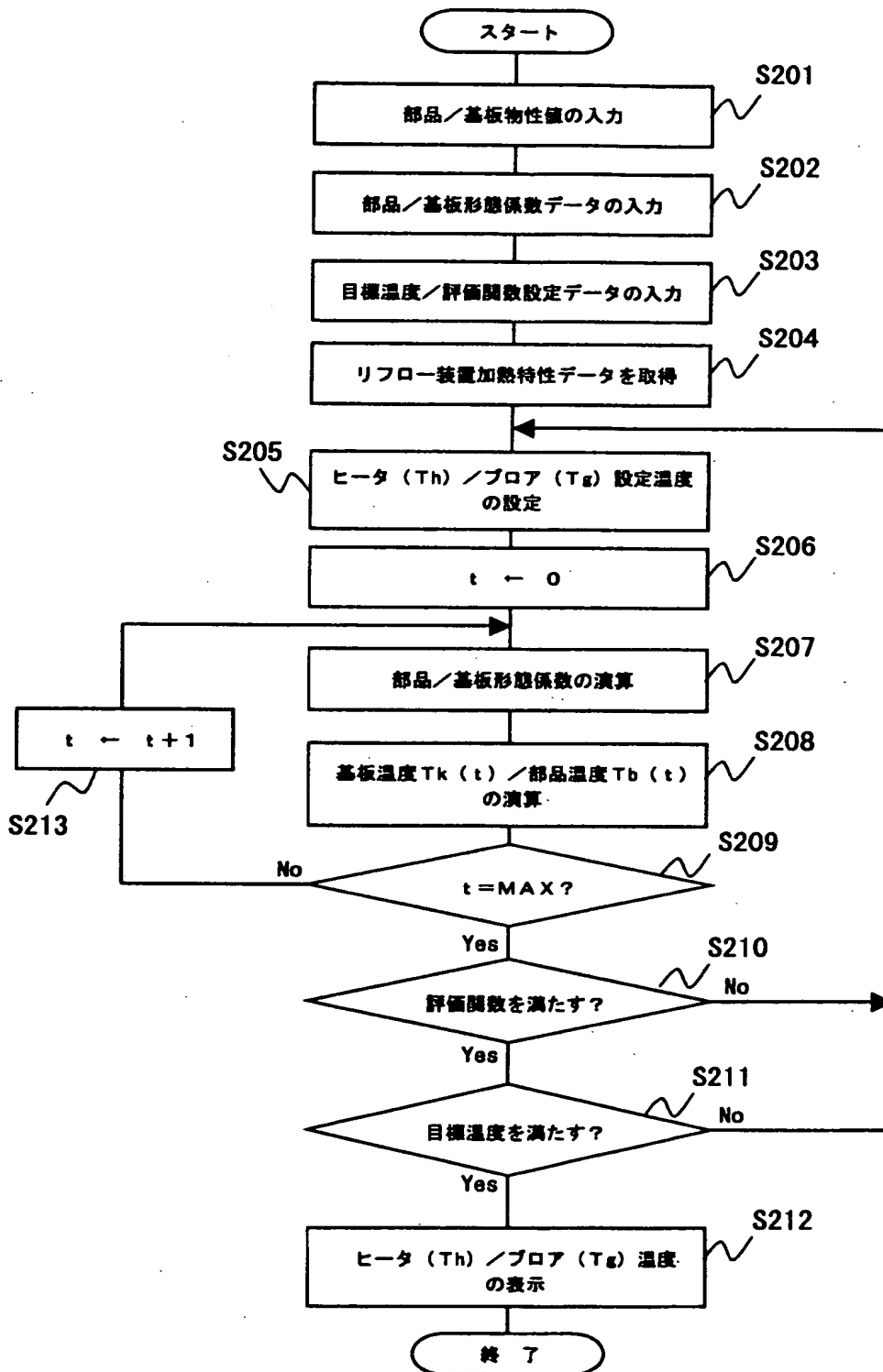


【図 7】

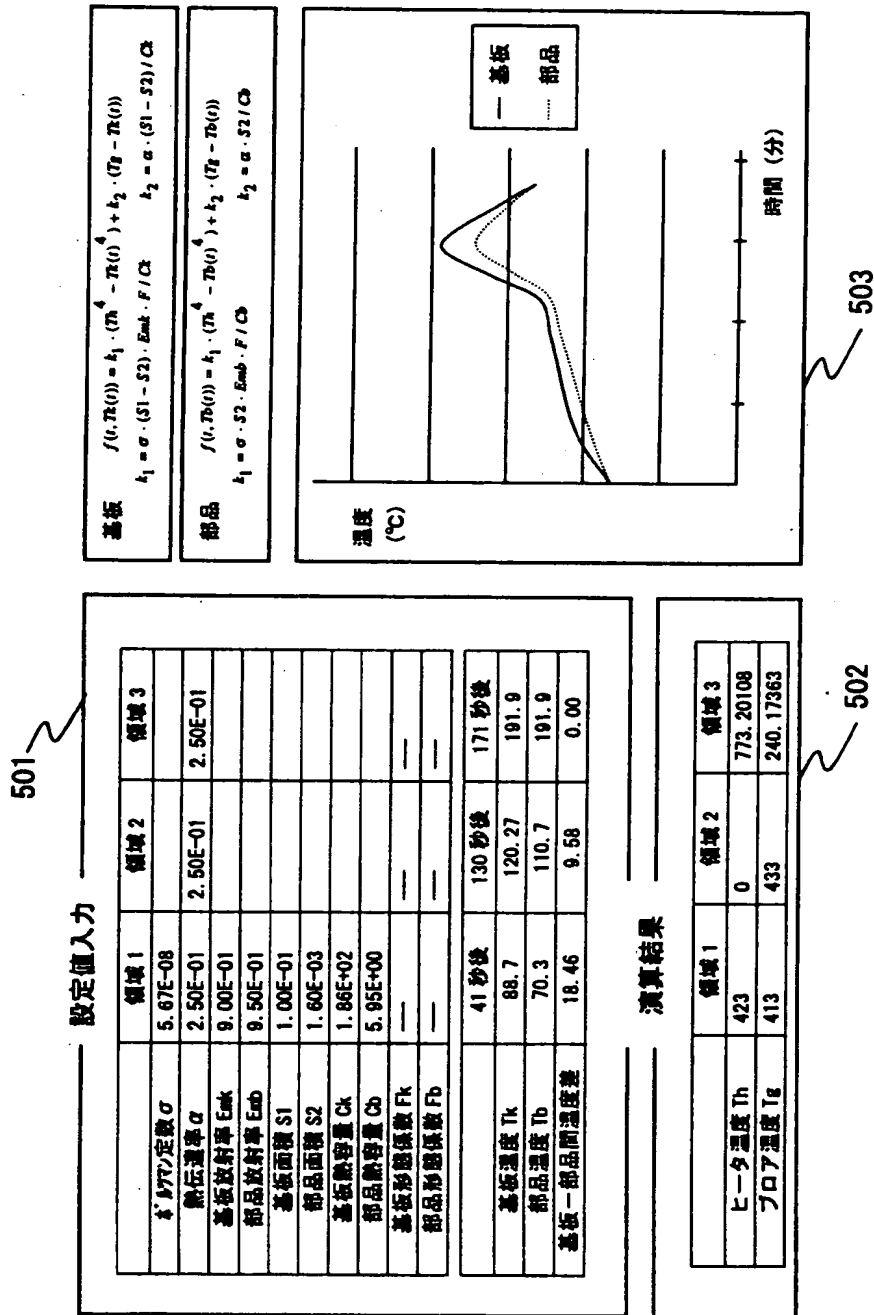




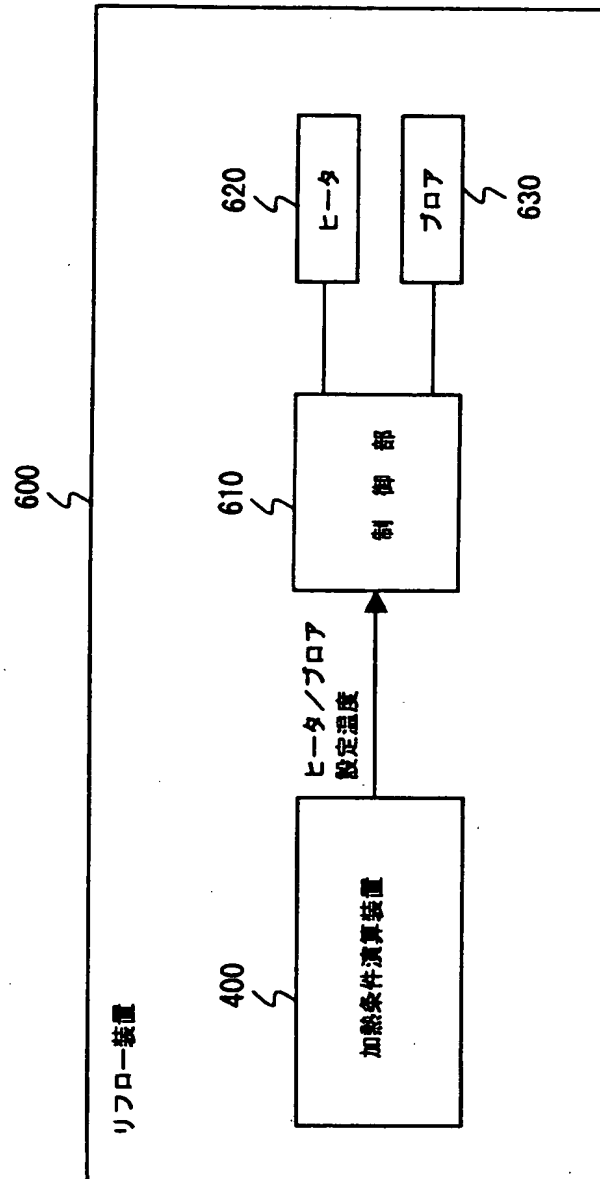
【図 8】



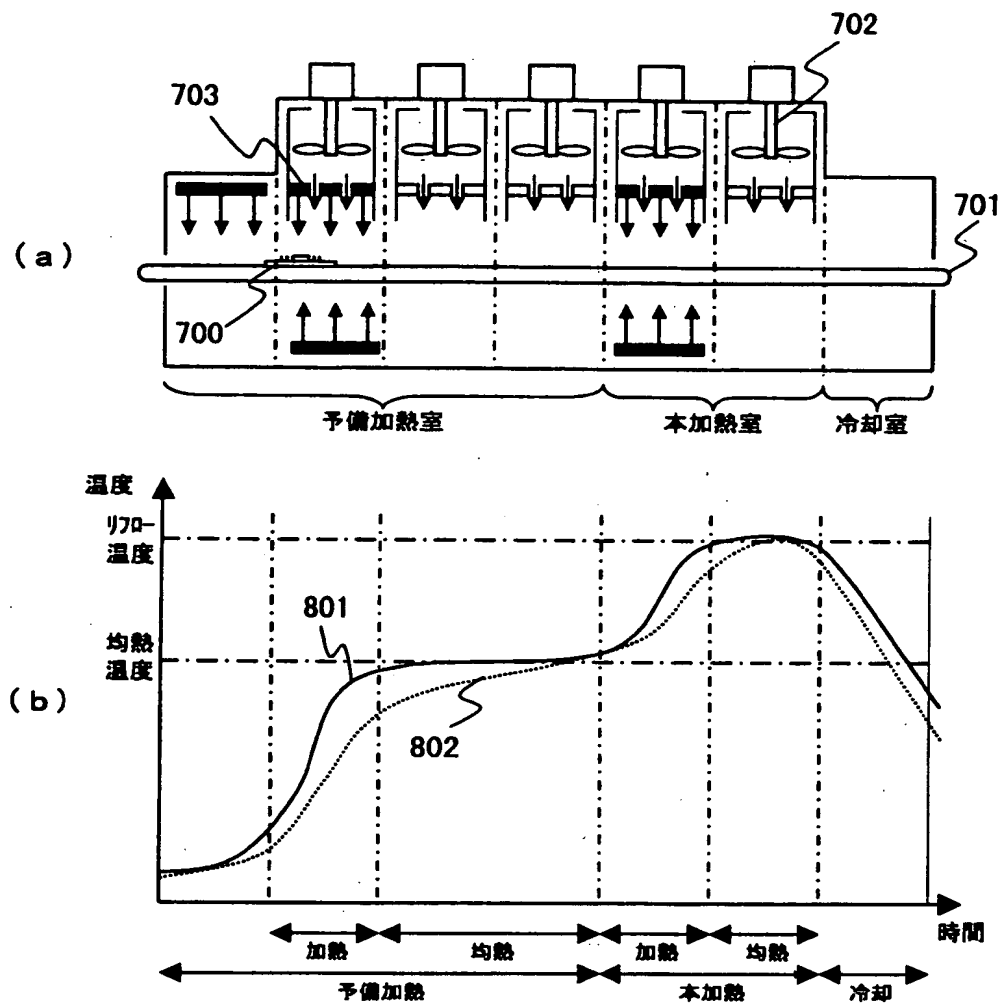
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リフロー装置等の加熱装置に与える加熱条件を決定するにあたって、被加熱物の形態係数を簡易的に導入することで、被加熱物の温度を正確にかつ迅速に予測することができる熱解析装置等を提供すること。

【解決手段】 被加熱物となる表面実装回路基板についての物性値データ121および122と、リフロー装置に与える加熱条件となるヒータおよびブローの設定温度123と、表面実装回路基板の形態係数を決定するための形態係数設定データ124および125とを入力し、入力したそれらデータとヒータやブローの数、その熱伝達率およびコンベア速度等のリフロー装置固有の加熱特性データ150とから形態係数を簡易的に決定するとともに、決定した形態係数を用いて、リフロー装置を通過する際の表面実装回路基板の温度を、基板とその上に載置された部品のそれぞれについて演算する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
氏 名 古河電気工業株式会社